

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-343587

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

G02B 15/16  
G02B 13/18  
G02B 13/22  
G02B 15/163  
G02B 15/20

(21)Application number : 2000-368344

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 04.12.2000

(72)Inventor : YAMAMOTO YASUSHI

(30)Priority

Priority number : 2000095249

Priority date : 29.03.2000

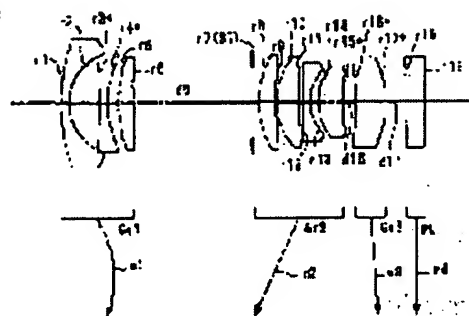
Priority country : JP

## (54) IMAGE PICKUP LENS DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image pickup lens device with an entirely new zoom lens system of a high variable power ratio and capable of attaining high image quality, even though the system is made compact.

SOLUTION: The zoom lens system is provided with negative and positive groups arranged in order from an object side, and the power is varied by changing a distance between respective groups, and the following conditional inequalities are satisfied;  $2 < f_1/f_w \leq 4$  and  $0.058 < (\tan \omega_w) \cdot 2 \times f_w / TL_w < 0.9$ , provided that  $f_1$  denotes the focal distance of the 1st group Gr1,  $f_w$  denotes the focal distance of the whole system at a wide end (W),  $\tan \omega_w$  denotes a half viewing angle at the wide end (W) and  $TL_w$  denotes the whole length at the wide end (W).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

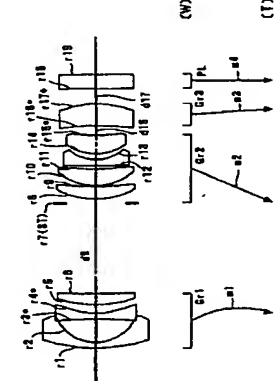
(19)日本国特許庁(J P) (12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号  
特開2001-343587  
(P2001-343587A)  
(43)公開日 平成13年12月14日(2001.12.14)

(5)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	チヨト(参考)
G 0 2 B 15/16		G 0 2 B 15/16	2 H 0 8 7
13/18		13/18	
13/22		13/22	
15/163		15/163	
15/20		15/20	
審査請求 有 請求項の数2 O L (全 18 頁)			

(21)出願番号	特願2000-388344(P2000-388344)	(71)出願人	000008079 ミノルタ株式会社
(22)出願日	平成12年12月4日(2000.12.4)		大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
(31)優先権主張番号	特願2000-85249(P2000-85249)	(72)発明者	山本 廣
(32)優先日	平成12年3月29日(2000.3.29)		大阪府大阪市安土町二丁目3番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
(33)優先権主張国	日本(J P)	(70)代理人	100085501 井理士 佐野 静夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 撮像レンズ装置

(57)【要約】  
【課題】 コンパクトでありながら高変倍率で高画質を満足する全く新規なズームレンズ系を備えた撮像レンズ装置を提供する。  
【解決手段】 ズームレンズ系は、物体側から順に負・正の群を有し、各群の間隔を変化させることにより変倍を行い、条件式： $2 < |f_1/f_w| < 4$ 、 $0.058 < (\tan \omega_w)^2 \times f_w / \Gamma_1 \omega_w < 0.9$  (f1：第1群の焦点距離、 $\tan \omega_w$ ：ワイド端(ワ)での全長)を満たす。



(2)

【特許請求の範囲】  
【請求項1】 複数の群から成り各群の間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記ズームレンズ系が、物体側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、を少なくとも有し、以下の条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とする撮像レンズ装置：  
$$2 < |f_1/f_w| < 4 \quad \dots(1)$$
$$0.058 < (\tan \omega_w)^2 \times f_w / \Gamma_1 \omega_w < 0.9 \quad \dots(2)$$
ただし、  
f1：第1群の焦点距離、  
f\_w：ワイド端での全系の焦点距離、  
 $\tan \omega_w$ ：ワイド端での半面角、  
 $\Gamma_1$ ：ワイド端での全長(第1面頂点から像面までの距離)、である。  
【請求項2】 複数の群から成り各群の間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記ズームレンズ系が、物体側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、を少なくとも有し、以下の条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とする撮像レンズ装置：  
$$2 < |f_1/f_w| < 4 \quad \dots(1)$$
$$10 < \Gamma_1 \omega_w \times f_{\text{Fnt}} / (f_w \times \tan \omega_w) < 40 \quad \dots(3)$$
ただし、  
f1：第1群の焦点距離、  
f\_w：ワイド端での全系の焦点距離、  
 $\Gamma_1$ ：ワイド端での全長(第1面頂点から像面までの距離)、  
Fnt：テレ端でのFナンバ、  
 $\tan \omega_w$ ：ワイド端での半面角、である。  
【発明の詳細な説明】  
【0001】  
【発明の属する技術分野】 本発明は撮像レンズ装置に関するものであり、特に被写体の映像を光学系により光学的に取り込んで撮像素子により電気的な信号として出力する撮像レンズ装置(例えば、デジタルスチルカメラ；デジタルビデオカメラ；デジタルビデオユニット、パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、情報携帯端末(PDA：Personal Digital Assistant)等に内蔵又は外付けされるカメラの主たる構成要素)、なかでもコンパクトで高変倍率の小型ズームレンズ系を備えた撮像レンズ装置に関するものである。  
【0002】  
【従来の技術】 近年、パーソナルコンピュータ等の普及

に伴い、手軽に画像情報をデジタル機器に取り込むことができるデジタルカメラやデジタルビデオカメラ等(以下単に「デジタルカメラ」という。)が個人ユーザレベルで普及しつつある。このようなデジタルカメラは、今後とも画像情報の入力機器として普及することが予想される。

【0003】ところでデジタルカメラの画質は、一般にCCD(Charge Coupled Device)等の固体撮像素子の画素数で決定される。現在、一般向けのデジタルカメラは100万画素を超える高画質化がなされており、画質の面で銀塩カメラに近づこうとしている。また、一般向けのデジタルカメラにおいても画像の変倍時に画像劣化の少ない光学変倍が望まれているため、近年では高変倍率で高画質を満足するデジタルカメラ用ズームレンズが要請されるようになってきている。

【0004】  
【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のデジタルカメラ用ズームレンズで100万画素を超えるような高画質を満足するものは、レンズ系として大きいのが一般的である。このようなデジタルカメラ用ズームレンズとして、近年コンパクト化・高変倍率化が顕著に進行しているレンズシャッターカメラ用ズームレンズを流用することが考えられる。しかし、レンズシャッターカメラ用ズームレンズをデジタルカメラにそのまま流用した場合、固体撮像素子の前面に設けられたマイクロレンズの集光性能を十分に満足させることができず、画像中央部と画像周辺部とで画像の明るさが極端に異なってしまう。レンズシャッターカメラでは撮像レンズ系の射出瞳が像面近くに位置するため、撮像レンズ系から射出した軸外光が像面に対して斜めに入射することになるからである。この問題を解決するために射出瞳位置を像面から離そうとすると、どうしても撮像レンズ系全体の大型化が避けられなくなる。

【0005】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、コンパクトでありながら高変倍率で高画質を満足する全く新規なズームレンズ系を備えた撮像レンズ装置を提供することを目的とする。

【0006】  
【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、第1の発明の撮像レンズ装置は、複数の群から成り各群の間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記ズームレンズ系が、物体側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、を少なくとも有し、以下の条件式(1)及び(2)を満足することを特徴とする。  
$$2 < |f_1/f_w| < 4 \quad \dots(1)$$
$$0.058 < (\tan \omega_w)^2 \times f_w / \Gamma_1 \omega_w < 0.9 \quad \dots(2)$$
ただし、

(3)

3  
f1：第1群の焦点距離、  
f<sub>w</sub>：ワイド端での全系の焦点距離、  
tanω<sub>w</sub>：ワイド端での半角、  
tlw：ワイド端での全長(第1面頂点から像面までの距離)、  
である。  
【0007】第2の実施の形態の複数の群から成り各群の間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記ズームレンズ系が、物体側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、を少なくとも有し、以下の条件式(1)及び(3)を満足することを特徴とする。  
$$2 < |f1/fw| < 4 \quad \dots(1)$$
$$10 < tlw \times fnt / (fw \times \tan \omega_w) < 40 \quad \dots(3)$$
  
ただし、  
f1：第1群の焦点距離、  
f<sub>w</sub>：ワイド端での全系の焦点距離、  
tlw：ワイド端での全長(第1面頂点から像面までの距離)、  
fnt：ワイド端でのFナンバー、  
tanω<sub>w</sub>：ワイド端での半角、  
である。

4  
な信号に変換される際に発生するいわゆる折り返しノイズが最小化されるように、空間周波数特性が調整される。撮像素子(SD)で生成した信号は、必要に応じて所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が施されてデジタル映像信号としてメモリー(半導体メモリー、光ディスク等)に記録された時、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号に変換されたりして他の機器に伝送される。  
【0010】図1～図7は、第1～第7の実施の形態を構成するズームレンズ系にそれぞれ対応するレンズ構成図であり、ワイド端(ω)でのレンズ配置を光学断面で示している。各レンズ構成図中の矢印m(j)(j=1,2,...)は、ワイド端(ω)からテレ端(Γ)へのズームリングにおける第j群(G<sub>j</sub>)等の移動をそれぞれ模式的に示している。また、各レンズ構成図中、r(i)(i=1,2,3,...)が付された面は物体側から数えてi番目の面であり、r(i)\*印が付された面は非球面である。di(i=1,2,3,...)が付された軸上間隔は、物体側から数えてi番目の軸上間隔のうち、ズームリングにおいて変化する可変間隔である。

5  
【0011】各実施の形態のズームレンズ系はいずれも、物体側から順に、負のパワーを有する第1群(G<sub>1</sub>)と、正のパワーを有する第2群(G<sub>2</sub>)と、を少なくとも有し、各群の間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズ系である。そして、固体撮像素子(例えばCCD)を備えたカメラ(例えばデジタルカメラ)に用いられるズームレンズ系として、その像面側には光学的ローパスフィルター等に相当するガラス製の平行平板、つまりガラサ平板(P<sub>1</sub>)が配置されている。いずれの実施の形態においても、ガラサ平板(P<sub>1</sub>)はズームリングにおいて位置固定であり、また、第2群(G<sub>2</sub>)は物体側へ移動し、第1群(G<sub>1</sub>)は像側へ移動し、第3群(G<sub>3</sub>)は像側へ移動する。第4の実施の形態では、ワイド端(ω)からテレ端(Γ)へのズームリングにおいて、第1群(G<sub>1</sub>)は像側へ移動したのち物体側へリターンし、第2群(G<sub>2</sub>)は物体側へリターンし、第3群(G<sub>3</sub>)はガラサ平板(P<sub>1</sub>)と共に位置固定である。第5～第7の実施の形態では、ワイド端(ω)からテレ端(Γ)へのズームリングにおいて、第1群(G<sub>1</sub>)は像側へ移動し、第2群(G<sub>2</sub>)は物体側へ移動し、第3群(G<sub>3</sub>)はガラサ平板(P<sub>1</sub>)と共に位置固定である。第5～第7の実施の形態では、ワイド端(ω)からテレ端(Γ)へのズームリングにおいて、第1群(G<sub>1</sub>)は像側へ移動し、第2群(G<sub>2</sub>)は物体側へ移動し、第3群(G<sub>3</sub>)はガラサ平板(P<sub>1</sub>)と共に位置固定である。

6  
【0013】次に、各実施の形態のように負・正で始まるズームレンズ系において満たすことが望ましい条件である。  
7  
【0007】第2の実施の形態の複数の群から成り各群の間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズ系と、そのズームレンズ系により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記ズームレンズ系が、物体側から順に、負のパワーを有する第1群と、正のパワーを有する第2群と、を少なくとも有し、以下の条件式(1)及び(3)を満足することを特徴とする。  
$$2 < |f1/fw| < 4 \quad \dots(1)$$
$$10 < tlw \times fnt / (fw \times \tan \omega_w) < 40 \quad \dots(3)$$
  
ただし、  
f1：第1群の焦点距離、  
f<sub>w</sub>：ワイド端での全系の焦点距離、  
tlw：ワイド端での全長(第1面頂点から像面までの距離)、  
fnt：ワイド端でのFナンバー、  
tanω<sub>w</sub>：ワイド端での半角、  
である。

8  
【0008】  
【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した撮像レンズ装置を、図面を参照しつつ説明する。被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する撮像レンズ装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラ(例えば、デジタルカメラ；ビデオカメラ；デジタルビデオユニット、パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、情報機器端末(PDA)等)に内蔵又は外付けされるカメラの主たる構成要素である。その撮像レンズ装置は、例えば図15に示すように、物体(被写体)側から順に、物体の光学像を形成する撮像レンズ系(Γ)と、光学的ローパスフィルター等に相当する平行平板(P<sub>1</sub>)と、撮像レンズ系(Γ)により形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子(SD)と、で構成される。

9  
【0009】後述する各実施の形態では、複数の群から成るズームレンズ系が撮像レンズ系(Γ)として用いられ、複数の群が光軸(AX)に沿って移動し、群間隔を変え、直方向の高さYで光軸方向の変位量：m、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

(4)

5  
説明する。なお、以下に説明する個々の条件をそれぞれ単項に満たせば、それに対応する作用効果を達成することは可能であるが、複数の条件を満たす方が、光学性能、小型化等の観点からより望ましいことはいうまでもない。  
【0014】以下の条件式(1)を満足することが望ましい。  
$$2 < |f1/fw| < 4 \quad \dots(1)$$
  
ただし、  
f1：第1群(G<sub>1</sub>)の焦点距離、  
f<sub>w</sub>：ワイド端(ω)での全系の焦点距離、  
である。

6  
【0015】条件式(1)は、第1群(G<sub>1</sub>)の望ましい焦点距離を規定している。条件式(1)の上限を超えると、第1群(G<sub>1</sub>)の焦点距離が長くなりすぎるので、結果として全長が大きくなる。また、第1群(G<sub>1</sub>)の負のパワーが弱くなるので、レンズの外径が大きくなる。したがって、コンパクトなズームレンズ系を得ることはできない。逆に、条件式(1)の下限を超えると、第1群(G<sub>1</sub>)の焦点距離が短くなりすぎるので、ワイド端(ω)において第1群(G<sub>1</sub>)で発生する負の歪曲が大きくなりすぎてしまい、その補正が困難になる。  
【0016】以下の条件式(2)を満足することが望ましく、前記条件式(1)と共に条件式(2)を満足することが望ましい。  
$$0.058 < (\tan \omega_w)^2 \times f_w / tlw < 0.9 \quad \dots(2)$$
  
ただし、  
tanω<sub>w</sub>：ワイド端(ω)での半角、  
tlw：ワイド端(ω)での全長(第1面頂点から像面までの距離)、  
である。

7  
【0017】条件式(2)は、ワイド端(ω)での撮像面角と全長の望ましい条件を規定している。条件式(2)の上限を超えると、各群のパワーが強くなり、そのため発生する収差の補正が困難になる。逆に、条件式(2)の下限を超えると、全長が大きくなりすぎてしまう。したがって、コンパクト化という点で好ましくない。  
【0018】以下の条件式(3)を満足することが望ましく、前記条件式(1)と共に条件式(3)を満足することが望ましい。  
$$10 < tlw \times fnt / (fw \times \tan \omega_w) < 40 \quad \dots(3)$$
  
ただし、  
fnt：ワイド端(ω)でのFナンバー(FN)、  
である。  
【0019】条件式(3)は、ワイド端(ω)での全長とテレ端(Γ)でのFナンバーとに関する望ましい条件を規定している。条件式(3)の上限を超えると、ワイド端(ω)での全長が大きくなりすぎるため、コンパクト化という点で好ましくない。逆に、条件式(3)の下限を超えると、テレ端(Γ)でのFナンバーが小さくなりすぎるため、この

8  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

9  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

10  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

11  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

(4)

6  
とき発生する第2群(G<sub>2</sub>)での球面収差の補正が困難になる。  
【0020】各実施の形態の第1群(G<sub>1</sub>)は、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズと、負のパワーを有する第2レンズと、正のパワーを有する第3レンズと、で構成されている。このように第1群(G<sub>1</sub>)が、負・負・正のレンズ3枚から成るとともに、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。  
$$0.8 < f1 / f1 < 1.6 \quad \dots(4)$$
  
ただし、  
f1：第1群(G<sub>1</sub>)の最物体側レンズ(すなわち第1レンズ)の焦点距離、  
である。  
【0021】条件式(4)は、第1群(G<sub>1</sub>)の最物体側レンズの望ましい焦点距離を規定している。条件式(4)の上限を超えると、第1レンズの焦点距離が長くなりすぎるため、第1レンズの負のパワーが弱くなり、第1レンズのレンズ径の増大を招くことになる。逆に、条件式(4)の下限を超えると、第1レンズの焦点距離が短くなりすぎるため、歪曲収差(特にワイド端での負の歪曲収差)が著しくなり、良好な光学性能を確保することが困難になる。  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

7  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

8  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

9  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

10  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

11  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

12  
【0022】第2群(G<sub>2</sub>)の構成に関しては、各実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)が少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズとから成ることが望ましく、また第1～第4、第6、第7の実施の形態のように、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面が非球面から成ることが更に望ましい。非球面の最大有効光路半径をr<sub>max</sub>、光軸に対して垂直方向の高さをyとすると、第2群(G<sub>2</sub>)の像側側面に設ける非球面は、Y=0.7r<sub>max</sub>で以下の条件式(5)を満足することが望ましく、0.1r<sub>max</sub>≤Y≤0.7r<sub>max</sub>の範囲にある任意の高さYに対して条件式(5)を満足することが更に望ましい。  
【0023】  
$$-0.6 < (1/Y - 1/X0) / (C0 \cdot N' \cdot Y2) < 0 \quad \dots(5)$$
  
ただし、  
X：非球面の面形状(非球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
X0：非球面の参照球面形状(参照球面の光軸に対して垂直方向の高さYでの光軸方向の変位量：m)、  
C0：非球面の参照球面の曲率(m<sup>-1</sup>)、  
N'：非球面の物体側媒質の屈折率、  
f2：第2群(G<sub>2</sub>)の焦点距離(mm)、  
である。  
【0024】なお、非球面の面形状を表すχ、参照球面の面形状を表すχ0は、具体的に以下の式(AS)、(RF)でそれぞれ表される。  
$$\chi = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] + \Delta \quad (AS)$$
$$\chi0 = [C0 \cdot Y^2] / [1 + \sqrt{1 - C0^2 \cdot Y^2}] \quad \dots (RF)$$

(5)

ただし、式(AS)及び(NE)中、  
Y：光軸に対して垂直方向の高さ、  
r：2次曲面パラメータ、  
A1：1次の非球面係数、  
である。  
【0025】条件式(5)は、非球面が第2群(G2)中の正パワーを與めるような形状であることを意味し、中間焦点距離域(W)からテラ端(T)までの球面収差を補正するための条件を規定している。条件式(5)の上限を超える、と、球面収差のアンダー側への倒れが大きくなる。逆に、条件式(5)の下限を超えると、球面収差のオーバー側への倒れが大きくなる。

【0026】また各実施の形態のように、最像側のズーム群が正のパワーを有することが望ましい。その正のパワーを有するズーム群は少なくとも1枚の正レンズを含むが、そのうち最像側の正レンズは以下の条件式(6)を満足することが望ましい。条件式(6)は、最像側の正レンズの屈折率を規定している。条件式(6)の下限を超えると曲率が強くなるため、発生する収差が大きくなりその補正は困難になる。

$$1.6 < N_L \dots (6)$$

ただし、  
NL：最像側の群に含まれている最像側の正レンズのd線に対する屈折率、  
である。

【0027】また、第1群(Gr1)と第2群(G2)は、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

$$1 < |r1/r2| < 1.5 \dots (7)$$

ただし、  
r1：第1群(Gr1)の焦点距離、  
r2：第2群(G2)の焦点距離、  
である。

【0028】条件式(7)は、第1群(Gr1)と第2群(G2)との望ましい焦点距離比を規定している。条件式(7)の上限を超えると、第1群(Gr1)の焦点距離が相対的に長くなり、ワイド端(W)でのレトロフォーカス度合いが小さくなる。結果的に射出瞳位置が像側に寄ることになるため好ましくない。デジタルスチルカメラ等ではCCDの条件等から像面への入射光線がテレセントリックな光線であることが必要条件としてあり、射出瞳位置は物体内に寄っていることが望ましいのである。逆に、条件式(7)の下限を超えると、第1群(Gr1)の焦点距離が相対的に短くなり、第1群(Gr1)で発生する負の歪曲を補正することが困難となる。

【0029】なお、第1～第7の実施の形態を構成している各群は、入射光線を屈折により偏向させる屈折型レンズつまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズのみで構成されているが、これに限らない。例えば、回折により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組み合わせ

(6)

等、非点収差、歪曲収差である。Y：最大像高(mm)を示している。球面収差図において、実線(d)はd線に対する球面収差、一点鎖線(g)はg線に対する球面収差、破線(SC)は正弦条件を表している。非点収差図において、破線(00)はメリディオナル面でのd線に対する非点収差である。Y：最大像高(mm)を示している。球面収差図において、実線(d)はd線に対する球面収差、一点鎖線(g)はg線に対する球面収差、破線(SC)は正弦条件を表している。非点収差図において、破線(00)はメリディオナル面でのd線に対する非点収差である。  
【0035】

《実施例1》

$$r=4.45 \sim 7.8 \sim 12.7, FN0=2.58 \sim 2.79 \sim 2.87, 2\omega=76.8 \sim 45.9 \sim 28.5$$

【曲率半径】 【軸上面間隔】 【屈折率】 【アッベ数】

$$r1= 19.698$$

$$r2= 5.198$$

$$r3= -29.535$$

$$r4= 8.903$$

$$r5= 13.334$$

$$r6= 97.326$$

$$r7= \infty (ST)$$

$$r8= 9.366$$

$$r9= 40.867$$

$$r10= 6.624$$

$$r11= 39.738$$

$$r12= -1936.446$$

$$r13= 4.801$$

$$r14= 5.654$$

$$r15= 76.172$$

$$r16= -50.000$$

$$r17= -10.441$$

$$r18= \infty$$

$$r19= \infty$$

$$d1= 0.800$$

$$d2= 3.187$$

$$d3= 0.800$$

$$d4= 1.149$$

$$d5= 1.500$$

$$d6= 12.312 \sim 5.000 \sim 1.000$$

$$d7= 0.600$$

$$d8= 1.705$$

$$d9= 0.100$$

$$d10= 2.251$$

$$d11= 0.448$$

$$d12= 0.800$$

$$d13= 0.783$$

$$d14= 2.557$$

$$d15= 1.233 \sim 5.941 \sim 11.857$$

$$d16= 3.000$$

$$d17= 2.066 \sim 1.344 \sim 0.700$$

$$d18= 2.000$$

$$d19= 1.51680$$

$$d20= 64.20$$

$$d21= 64.20$$

$$d22= 64.20$$

$$d23= 64.20$$

$$d24= 64.20$$

$$d25= 64.20$$

$$d26= 64.20$$

$$d27= 64.20$$

$$d28= 64.20$$

$$d29= 64.20$$

$$d30= 64.20$$

$$d31= 64.20$$

$$d32= 64.20$$

$$d33= 64.20$$

$$d34= 64.20$$

$$d35= 64.20$$

【0036】

【第3面(r3)の非球面データ】

$$r=1.0000, A4=0.64512 \times 10^{-3}, A5=-0.27859 \times 10^{-4}, A8=0.45026 \times 10^{-6}$$

【第4面(r4)の非球面データ】

$$r=1.0000, A4=0.80350 \times 10^{-4}, A5=-0.65506 \times 10^{-4}, A8=0.33543 \times 10^{-6}$$

(7)

// I2

【第1 5面(r15)の非球面データ】  
t=1.0000, A4= 0.15384×10<sup>-2</sup>, A6= 0.33120×10<sup>-4</sup>, A8= 0.84739×10<sup>-6</sup>  
【第1 6面(r16)の非球面データ】  
t=1.0000, A4=-0.55664×10<sup>-3</sup>, A6=-0.19026×10<sup>-4</sup>, A8= 0.16174×10<sup>-5</sup>  
【第1 7面(r17)の非球面データ】  
t=1.0000, A4= 0.15165×10<sup>-3</sup>, A6=-0.23729×10<sup>-4</sup>, A8= 0.13818×10<sup>-5</sup>

【0 0 3 7】

《実施例2》  
f=4.45~7.8~12.7, FN0=2.67~2.74~2.85, 2ω=76.8~45.8~28.5  
【曲率半径】 【軸上面間隔】 【屈折率】 【アッペ数】  
r1= 14.632

d1= 1.200 N1= 1.63854 v1= 55.45  
r2= 5.291 d2= 3.121  
r3\*= -50.614 d3= 0.800 N2= 1.52200 v2= 52.20  
r4\*\*= 8.793 d4= 1.254  
r5= 13.002 d5= 1.500 N3= 1.84666 v3= 23.78  
r6= 47.454 d6= 12.829~4.984~1.000  
r7= ∞(ST) d7= 0.600  
r8= 9.785 d8= 1.718 N4= 1.75450 v4= 51.57  
r9= 90.532 d9= 0.100  
r10= 6.759 d10= 2.391 N5= 1.75450 v5= 51.57  
r11= -55.645 d11= 0.010  
r12= -55.645 d12= 0.800 N6= 1.84666 v6= 23.78  
r13= 6.185 d13= 1.008  
r14= 11.519 d14= 1.500 N7= 1.52200 v7= 52.20  
r15\*= 47.508 d15= 1.274~5.149~10.638  
r16\*\*= -50.000 d16= 1.000 N8= 1.52200 v8= 52.20  
r17\*\*= 54.977 d17= 0.500  
r18= -37.700 d18= 1.697 N9= 1.74330 v9= 49.22  
r19= -8.717 d19= 1.998~1.556~0.700  
r20= ∞ d20= 2.000 N10=1.51680 v10=64.20

(8)

I3 I4

r21= ∞  
【第3面(r3)の非球面データ】  
t=1.0000, A4= 0.30044×10<sup>-3</sup>, A6=-0.16934×10<sup>-4</sup>, A8= 0.30140×10<sup>-6</sup>  
【第4面(r4)の非球面データ】  
t=1.0000, A4=-0.19783×10<sup>-3</sup>, A6=-0.24114×10<sup>-4</sup>, A8= 0.19804×10<sup>-6</sup>  
【第1 5面(r15)の非球面データ】  
t=1.0000, A4= 0.16258×10<sup>-2</sup>, A6= 0.48852×10<sup>-4</sup>, A8= 0.29045×10<sup>-5</sup>  
【第1 6面(r16)の非球面データ】  
t=1.0000, A4=-0.77998×10<sup>-3</sup>, A6=-0.162254×10<sup>-4</sup>, A8= 0.48012×10<sup>-5</sup>  
【第1 7面(r17)の非球面データ】  
t=1.0000, A4= 0.46037×10<sup>-3</sup>, A6=-0.64216×10<sup>-4</sup>, A8= 0.39644×10<sup>-5</sup>

【0 0 3 8】

《実施例3》  
f=5.0~9.7~15.0, FN0=2.86~2.89~2.99, 2ω=70.4~36.9~24.3  
【曲率半径】 【軸上面間隔】 【屈折率】 【アッペ数】  
r1= 16.568 d1= 0.800 N1= 1.54072 v1= 47.22

r2= 5.660 d2= 3.185  
r3\*\*= -14.604 d3= 0.800 N2= 1.52200 v2= 52.20  
r4\*\*= 15.524 d4= 0.977  
r5= 15.491 d5= 1.500 N3= 1.84666 v3= 23.82  
r6= 111.102 d6= 12.025~4.233~1.000  
r7= ∞(ST) d7= 0.600  
r8= 12.131 d8= 1.741 N4= 1.75450 v4= 51.57  
r9= 584.092 d9= 0.100  
r10= 6.314 d10= 2.408 N5= 1.75450 v5= 51.57  
r11= 24.913 d11= 0.391  
r12= 34.532 d12= 0.800 N6= 1.84666 v6= 23.82  
r13= 4.307 d13= 0.932  
r14= 4.479 d14= 2.833 N7= 1.52200 v7= 52.20  
r15\*\*= 9.931 d15= 1.539~7.549~13.230  
r16\*\*= -50.000 d16= 1.800 N8= 1.75450 v8= 51.57  
r17\*\*= -9.004 d17= 1.867~1.071~0.700

(9)

16

15

r18= ∞  
d18= 2.000 N9= 1.51680 v9= 64.20  
r19= ∞

[0040]

【第3面(r3)の非球面データ】  
r=1.0000, A4= 0.45929×10<sup>-3</sup>, A6=-0.16445×10<sup>-4</sup>, A8= 0.97268×10<sup>-7</sup>  
【第4面(r4)の非球面データ】  
r=1.0000, A4= 0.19952×10<sup>-3</sup>, A6=-0.18580×10<sup>-4</sup>, A8= 0.13169×10<sup>-6</sup>  
【第15面(r15)の非球面データ】  
r=1.0000, A4= 0.23318×10<sup>-2</sup>, A6= 0.03861×10<sup>-4</sup>, A8= 0.80431×10<sup>-5</sup>  
【第16面(r16)の非球面データ】  
r=1.0000, A4=-0.66612×10<sup>-3</sup>, A6= 0.10988×10<sup>-4</sup>, A8= 0.73776×10<sup>-6</sup>  
【第17面(r17)の非球面データ】  
r=1.0000, A4= 0.57518×10<sup>-4</sup>, A6= 0.25791×10<sup>-5</sup>, A8= 0.75725×10<sup>-6</sup>

[0041]

《実施例4》  
f=5.0~9.5~15.0, FN0=2.79~2.93~3.08, 2ω=70.1~39.1~25.1  
【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率】【アッベ数】  
r1= 13.015 d1= 0.800 N1= 1.85000 v1= 40.04  
r2= 5.379 d2= 3.000

r3\*= -16.773 d3= 0.800 N2= 1.52200 v2= 52.20  
r4\*= 22.729 d4= 0.800  
r5= 13.773 d5= 1.500 N3= 1.84666 v3= 23.82  
r6= 92.478 d6= 12.360~4.146~0.800  
r7= ∞(S<sub>T</sub>) d7= 0.600  
r8= 12.752 d8= 2.183 N4= 1.75450 v4= 51.57  
r9= -40.474 d9= 0.100  
r10= 5.681 d10= 2.991 N5= 1.65100 v5= 55.78  
r11= -64.723 d11= 0.010 N6= 1.51400 v6= 42.83  
r12= -64.723 d12= 0.735 N7= 1.84666 v7= 23.82  
r13= 6.146 d13= 1.351  
r14\*= -8.613 d14= 1.500 N8= 1.58340 v8= 30.23  
r15\*= -5.190 d15= 1.150  
r16= -5.610 d16= 1.000 N9= 1.84666 v9= 23.82

(10)

18

17

r17\*= -11.463 d17= 0.891~6.019~12.287  
r18= 14.286 d18= 1.800 N10=1.74330 v10=49.22  
r19= -39.143 d19= 0.729  
r20= ∞ d20= 2.000 N11=1.51680 v11=64.20  
r21= ∞

[0042]

【第3面(r3)の非球面データ】  
r=1.0000, A4= 0.14896×10<sup>-2</sup>, A6=-0.77366×10<sup>-4</sup>, A8= 0.22258×10<sup>-5</sup>  
【第4面(r4)の非球面データ】  
r=1.0000, A4= 0.10851×10<sup>-2</sup>, A6=-0.72877×10<sup>-4</sup>, A8= 0.17235×10<sup>-5</sup>  
【第14面(r14)の非球面データ】  
r=1.0000, A4= 0.49687×10<sup>-3</sup>, A6= 0.37785×10<sup>-3</sup>, A8=-0.12728×10<sup>-4</sup>  
【第15面(r15)の非球面データ】  
r=1.0000, A4= 0.36388×10<sup>-2</sup>, A6= 0.31081×10<sup>-3</sup>, A8= 0.33280×10<sup>-5</sup>  
【第17面(r17)の非球面データ】  
r=1.0000, A4=-0.96914×10<sup>-3</sup>, A6= 0.007013×10<sup>-5</sup>, A8= 0.32987×10<sup>-5</sup>

[0043]

《実施例5》  
f=4.45~7.8~12.7, FN0=2.60~2.77~2.87, 2ω=76.7~46.9~29.7  
【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率】【アッベ数】  
r1= 11.204 d1= 0.800 N1= 1.85000 v1= 40.04  
r2= 5.369 d2= 3.022

r3\*= -29.266 d3= 0.800 N2= 1.52200 v2= 52.20  
r4\*= 9.534 d4= 1.249  
r5= 12.353 d5= 1.500 N3= 1.84666 v3= 23.82  
r6= 53.629 d6= 12.771~4.939~1.000  
r7= ∞(S<sub>T</sub>) d7= 0.600  
r8= 10.266 d8= 1.653 N4= 1.74330 v4= 49.22  
r9= 65.992 d9= 0.100  
r10= 6.571 d10= 2.168 N5= 1.78831 v5= 47.32  
r11= 23.153 d11= 0.489  
r12= 82.936 d12= 0.800 N6= 1.84666 v6= 23.82  
r13= 4.577 d13= 0.891

(11)

20

19

$r_{14}= 6.798$   
 $d_{14}= 1.583 \quad N7= 1.78590 \quad v7= 43.93$   
 $r_{15}= -210.198$   
 $d_{15}= 0.900 \sim 1.497 \sim 1.940$   
 $r_{16}= 1733.884$   
 $d_{16}= 1.000 \quad N8= 1.84666 \quad v8= 23.82$   
 $r_{17*}= 18.608$   
 $d_{17}= 1.643 \sim 4.972 \sim 10.367$   
 $r_{18}= 38.411$   
 $d_{18}= 1.800 \quad N9= 1.74330 \quad v9= 49.22$   
 $r_{19}= -14.382$   
 $d_{19}= 1.500$   
 $r_{20}= \infty$   
 $d_{20}= 2.000 \quad N10= 1.51680 \quad v10= 64.20$   
 $r_{21}= \infty$   
 【第3面(r3)の非球面データ】  
 $\epsilon= 1.0000, M4= 0.75089 \times 10^{-3}, A6= -0.20028 \times 10^{-4}, A8= 0.27636 \times 10^{-6}$   
 【第4面(r4)の非球面データ】  
 $\epsilon= 1.0000, M4= 0.36810 \times 10^{-3}, A6= -0.567602 \times 10^{-4}, A8= 0.83054 \times 10^{-7}$   
 【第17面(r17)の非球面データ】  
 $\epsilon= 1.0000, M4= 0.96706 \times 10^{-3}, A6= 0.39808 \times 10^{-4}, A8= -0.28248 \times 10^{-5}$

【0044】

【0045】

《実施例6》  
 $f= 4.45 \sim 7.8 \sim 12.7, FNO= 2.89 \sim 2.88, 2\omega= 76.7 \sim 46.9 \sim 29.4$   
 【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率】【アッペ数】  
 $r1= 10.526$   
 $d1= 1.200 \quad N1= 1.85000 \quad v1= 40.04$   
 $r2= 5.077$   
 $d2= 3.231$   
 $r3*= -21.070$   
 $d3= 0.800 \quad N2= 1.52200 \quad v2= 52.20$   
 $r4*= 10.927$   
 $d4= 1.982$   
 $r5= 15.886$   
 $d5= 1.500 \quad N3= 1.84666 \quad v3= 23.82$   
 $r6= 174.288$   
 $d6= 12.380 \sim 4.928 \sim 0.800$   
 $r7= \infty (ST)$   
 $d7= 0.600$   
 $r8= 9.287$   
 $d8= 2.306 \quad N4= 1.75450 \quad v4= 51.57$   
 $r9= -349.383$   
 $d9= 0.100$   
 $r10= 6.640$   
 $d10= 2.719 \quad N5= 1.65100 \quad v5= 55.78$   
 $r11= -23.819$   
 $d11= 0.010 \quad N6= 1.51400 \quad v6= 42.83$   
 $r12= -23.819$   
 $d12= 0.700 \quad N7= 1.84666 \quad v7= 23.82$

(12)

22

$r_{13}= 7.513$   
 $d_{13}= 1.067$   
 $r_{14*}= 77.556$   
 $d_{14}= 1.500 \quad N8= 1.58340 \quad v8= 30.23$   
 $r_{15*}= -28.791$   
 $d_{15}= 1.100 \sim 1.150 \sim 1.695$   
 $r_{16}= -13.077$   
 $d_{16}= 1.000 \quad N9= 1.84666 \quad v9= 23.82$   
 $r_{17*}= -59.445$   
 $d_{17}= 1.105 \sim 5.106 \sim 10.030$   
 $r_{18}= 14.286$   
 $d_{18}= 1.800 \quad N10= 1.74330 \quad v10= 49.22$   
 $r_{19}= -39.143$   
 $d_{19}= 0.700$   
 $r_{20}= \infty$   
 $d_{20}= 2.000 \quad N11= 1.51680 \quad v11= 64.20$   
 $r_{21}= \infty$   
 【第3面(r3)の非球面データ】  
 $\epsilon= 1.0000, M4= 0.11002 \times 10^{-2}, A6= -0.263358 \times 10^{-4}, A8= 0.12351 \times 10^{-5}$   
 【第4面(r4)の非球面データ】  
 $\epsilon= 1.0000, M4= 0.59048 \times 10^{-3}, A6= -0.54586 \times 10^{-4}, A8= 0.96499 \times 10^{-6}$   
 【第14面(r14)の非球面データ】  
 $\epsilon= 1.0000, M4= 0.80102 \times 10^{-3}, A6= 0.15056 \times 10^{-3}, A8= -0.69790 \times 10^{-5}$   
 【第15面(r15)の非球面データ】  
 $\epsilon= 1.0000, M4= 0.32385 \times 10^{-2}, A6= 0.22838 \times 10^{-3}, A8= 0.35975 \times 10^{-5}$   
 【第17面(r17)の非球面データ】  
 $\epsilon= 1.0000, M4= -0.20810 \times 10^{-3}, A6= 0.20642 \times 10^{-5}, A8= 0.16655 \times 10^{-6}$

【0046】

【0047】

《実施例7》  
 $f= 5.0 \sim 9.5 \sim 15.0, FNO= 2.76 \sim 2.90 \sim 2.94, 2\omega= 70.2 \sim 39 \sim 25.1$   
 【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率】【アッペ数】  
 $r1= 10.526$   
 $d1= 1.200 \quad N1= 1.85000 \quad v1= 40.04$   
 $r2= 4.966$   
 $d2= 3.289$   
 $r3*= -15.064$   
 $d3= 0.800 \quad N2= 1.52200 \quad v2= 52.20$   
 $r4*= 20.985$   
 $d4= 0.800$   
 $r5= 16.377$   
 $d5= 1.500 \quad N3= 1.84666 \quad v3= 23.82$   
 $r6= 1576.442$   
 $d6= 11.986 \sim 3.972 \sim 0.800$   
 $r7= \infty (ST)$   
 $d7= 0.600$   
 $r8= 11.299$   
 $d8= 2.254 \quad N4= 1.75450 \quad v4= 51.57$   
 $r9= -51.353$   
 $d9= 0.100$

(13)

24

23  
r10= 5.715  
d10= 3.000 N5= 1.65100 v 5= 55.78  
r11= -57.046  
d11= 0.010 N6= 1.51400 v 6= 42.83  
r12= -57.048  
d12= 0.700 N7= 1.84666 v 7= 23.82  
r13= 5.798  
d13= 1.217  
r14= -37.341  
d14= 1.500 N8= 1.58340 v 8= 30.23  
r15= -11.592  
d15= 1.045~1.150~1.072  
r16= -6.249  
d16= 1.000 N9= 1.84666 v 9= 23.82  
r17= -10.713  
d17= 0.800~5.637~11.921  
r18= 15.021  
d18= 1.800 N10=1.74330 v 10=49.22  
r19= -34.378  
d19= 0.700 20  
r20= ∞  
d20= 2.000 N11=1.51680 v 11=64.20  
r21= ∞

[0048]

[第3面(r3)の非球面データ]  
 $r=1.0000, A4=0.13649 \times 10^{-2}, A6=-0.78501 \times 10^{-4}, A8=0.21685 \times 10^{-5}$   
[第4面(r4)の非球面データ]  
 $r=1.0000, A4=0.84258 \times 10^{-3}, A6=-0.76339 \times 10^{-4}, A8=0.16125 \times 10^{-5}$   
[第14面(r14)の非球面データ]  
 $r=1.0000, A4=0.82583 \times 10^{-3}, A6=0.36862 \times 10^{-3}, A8=-0.11693 \times 10^{-4}$   
[第15面(r15)の非球面データ]  
 $r=1.0000, A4=0.34902 \times 10^{-2}, A6=0.32802 \times 10^{-3}, A8=0.11504 \times 10^{-4}$   
[第17面(r17)の非球面データ]  
 $r=1.0000, A4=-0.61849 \times 10^{-3}, A6=-0.23169 \times 10^{-4}, A8=0.52843 \times 10^{-6}$

\* \* [表1]

(条件式対応欄)

変 換 例	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) $\gamma=0.7\gamma_{\max}$	(6)	(7)
	$1/r1/r1$	$(\tan \omega)^2$	$TL \cdot \rho \cdot \omega / (r \cdot \tan \omega)$	$r11/r1$	$(111-1201) / (CO(B'-R)F2)$	NL	$r11/r21$
1	2.460	0.073	31.68	1.217	-0.421	1.7545	1.100
2	2.442	0.073	30.59	1.258	-0.248	1.7433	1.158
3	2.480	0.066	31.91	1.316	-0.054	1.7545	1.241
4	2.426	0.066	32.05	0.934	0.018	1.7433	1.220
5	2.469	0.073	31.68	1.178	-----	1.7433	1.228
6	2.469	0.071	32.13	1.168	-0.192	1.7433	1.251
7	2.392	0.066	30.94	1.036	-0.138	1.7433	1.388

[0049]

(14)

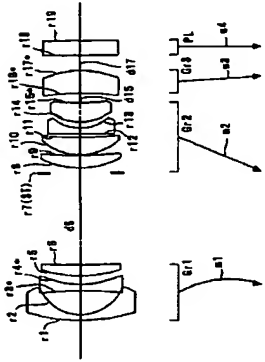
25

るることができる。そして本発明を、デジタルカメラ：ビデオカメラ；デジタルビデオユニット、パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、情報携帯端末(PDA)等に内蔵又は外付けされるカメラに適用すれば、これらの機器のコンバクト化、高変倍化及び高性能化に寄与することができる。

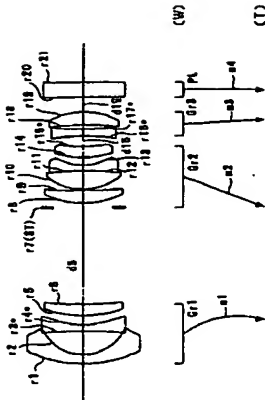
【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態(実施例1)のレンズ構成図。  
【図2】第2の実施の形態(実施例2)のレンズ構成図。  
【図3】第3の実施の形態(実施例3)のレンズ構成図。  
【図4】第4の実施の形態(実施例4)のレンズ構成図。  
【図5】第5の実施の形態(実施例5)のレンズ構成図。  
【図6】第6の実施の形態(実施例6)のレンズ構成図。  
【図7】第7の実施の形態(実施例7)のレンズ構成図。  
【図8】実施例1の収差図。  
【図9】実施例2の収差図。

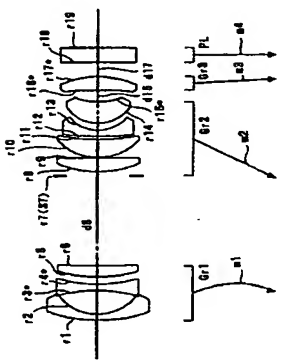
【図1】



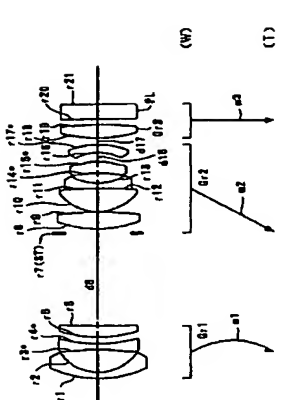
【図2】



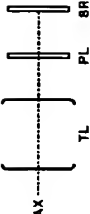
【図3】



【図4】



【図5】



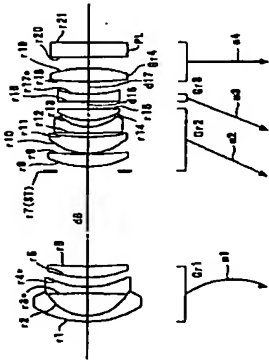
[0050]

【発明の効果】 以上説明したように本発明によれば、コンパクトでありながら高変倍率で高画質を満足する全く新規なズームレンズ系を備えた撮像レンズ装置を実現す

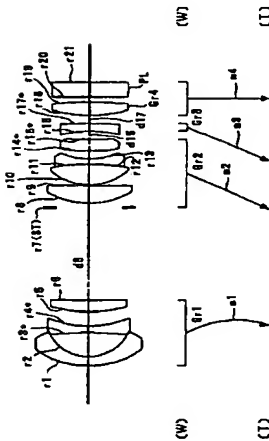


(15)

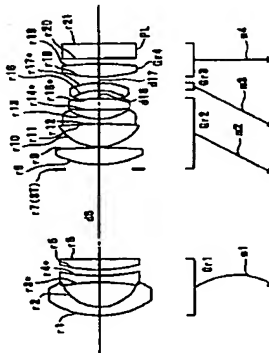
【図5】



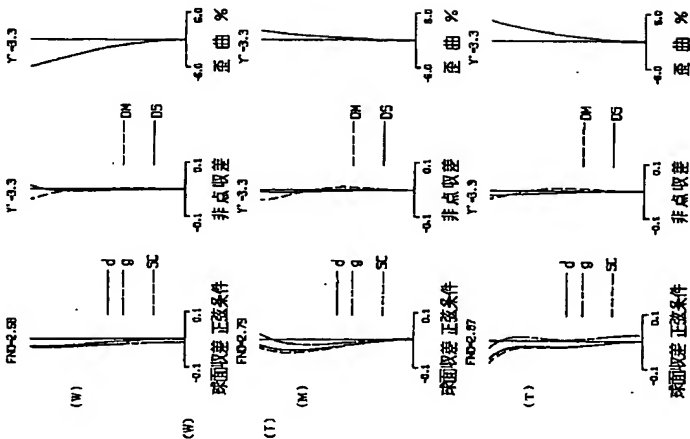
【図6】



【図7】

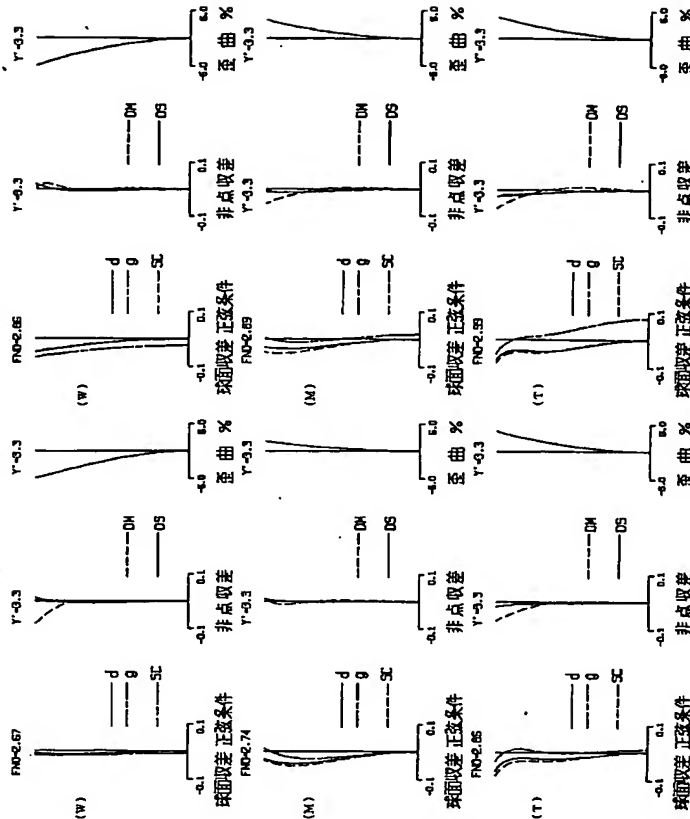


【図8】

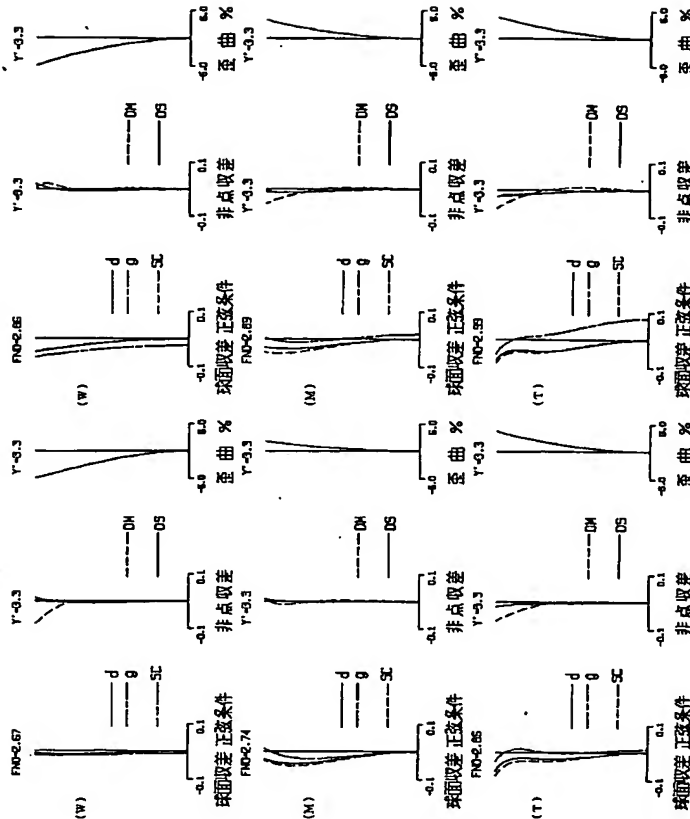


(16)

【図9】

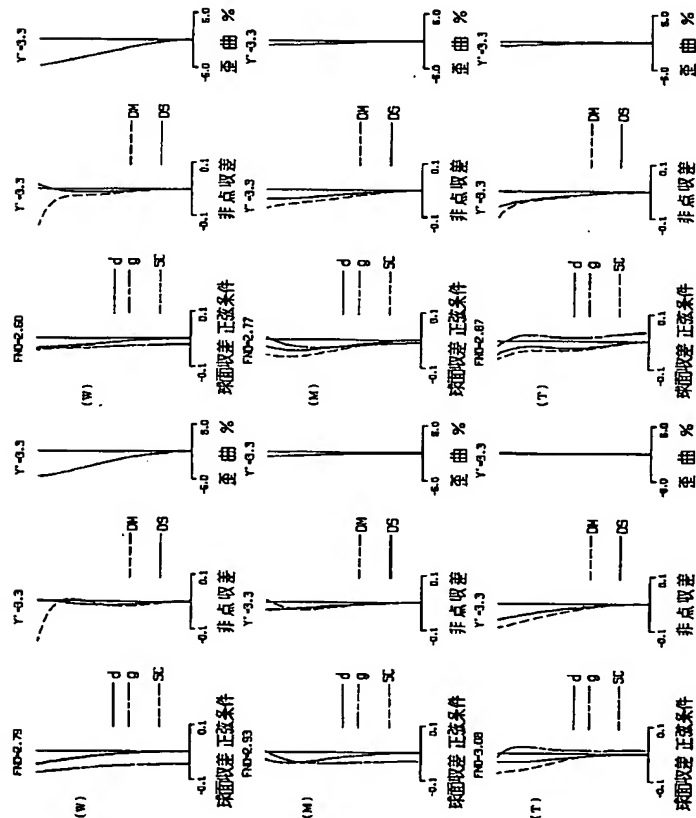


【図10】

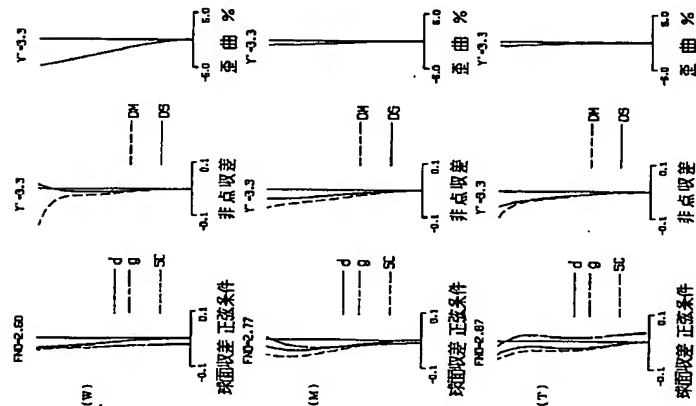


(17)

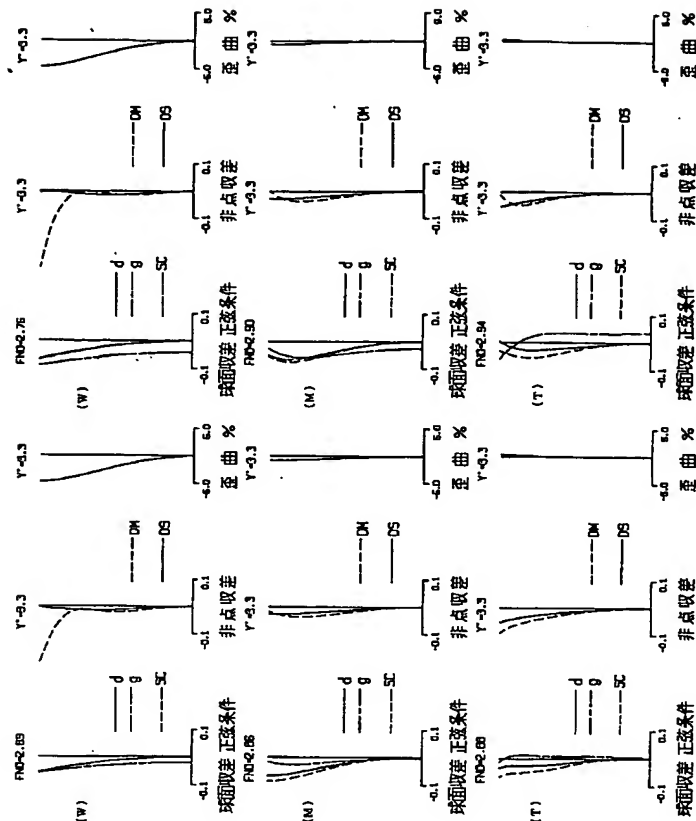
【図11】



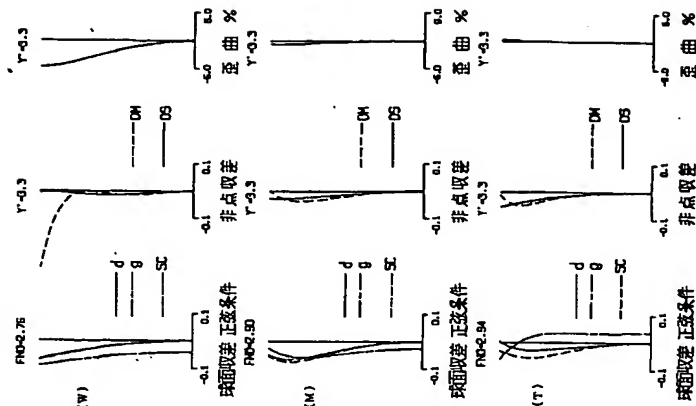
【図12】



【図13】



【図14】



(18)

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 NA02 PA08 PA09 PA17  
 PA18 PB08 PB09 QA02 QA07  
 QA17 QA22 QA25 QA32 QA34  
 QA41 QA42 QA45 QA46 RA05  
 RA12 RA13 RA32 RA42 SA14  
 SA16 SA19 SA24 SA26 SA30  
 SA32 SA62 SA63 SA64 SA74  
 SA75 SB04 SB15 SB16 SB22  
 SB23 SB32